

深層学習を用いた乳房X線画像上の小病変に対する 検出性能向上に関する研究

著者	今 佑太郎
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	90
号	1
ページ	76-77
発行年	2021-08-20
URL	http://hdl.handle.net/10097/00132817

修士学位論文要約（令和3年3月）

深層学習を用いた乳房X線画像上の 小病変に対する検出性能向上に関する研究

今 佑太郎

指導教員：吉澤 誠， 研究指導教員：本間 経康

Improving Performance of Small Lesions Detection On Mammograms Using Deep Learning

Yutaro Kon

Supervisor: Makoto YOSHIKAWA, Research Advisor: Noriyasu HOMMA

Masses in mammograms are important signs for early detection of breast cancer. In previous study, Single Shot multi box Detector (SSD) which is one of the DCNNs for object detection is used to detect masses in mammograms. As the result, we found that detection of small masses is difficult and it results in a false negative in mass detection. Based on an observation of the pooling layers, we found that indistinct able feature and small mass are frequently disappeared during the down sampling in pooling of deep layers. To solve this problem, we employ a feature fusion method, that combines feature map of deep layers which have complex (global) features with feature map of shallow layers, into a previous SSD mode. We used the 2069 images from DDSM dataset as a training dataset and 77 images taken by Miyagi cancer society as a test dataset. In the result, false negative rate of small masses was decreased and false negative masses were decreased by 21.

1. はじめに

現在、日本のがんの罹患者数、死亡者数は年々増加の一途をたどっており、その早期発見に効果的であるとして乳房 X 線画像による検診が普及している。しかし実務を担う読影医の負担増に伴う診断における人的ミスが懸念されている。このような背景から、計算機による画像解析情報を読影医に第 2 の意見として提示する計算機支援診断システム(CAD)システムの開発が行われている。

画像認識の分野では近年深層学習という技術が注目されている。現在深層学習をCADシステムに導入する研究は盛んにおこなわれており、従来の CAD システムと比較して優れた検出結果が報告されている。ここで乳房 X 線画像上における深層学習を用いた腫瘍検出を行った先行研究として、高野らの研究について述べる。高野らの研究では物体検出を行う深層学習のアーキテクチャである、Single Shot multibox Detector (SSD) を用いて乳房 X 線画像上における腫瘍の検出を行った。しかし、見落とし腫瘍に着目すると直径 2cm 未満の小さな腫瘍の見落としが多く、早期段階で発見が望まれる臨床において大きな課題が残されていることが判明した。SSD では特徴マップのダウンサンプリングを行うプーリングにより深い層まで小さな腫瘍の特徴量が伝達しないと考えられる。

そこで本研究では、深い層の特徴量を浅い層へと還元し、それぞれの特徴量を組み合わせて用いることで、小さな物体の検出を行うアーキテクチャを採用することで乳房 X 線画像上の腫瘍検出性能の向上を試みた。

2. 深層学習を用いた物体検出手法

2.1 Single Shot multibox Detector (SSD)²⁾

SSD は入力として与えられた画像を細かくグリッドに分割し、各グリッド内の領域に対し背景を含めた物体クラスの推定を行うことで、画像上から検出結果を得る。また、SSD では様々なサイズの物体検出に対応するために様々な深さの畳み込み層から出力される特徴マップを用いて検出を行う。

2.2 Feature-Fused SSD³⁾

Feature-Fused SSD は SSD において検出に用いられる特徴マップの中で、最も浅い層である畳み込み

4-3 層のものをを用いて行っていた検出を、畳み込み 4-3 層に畳み込み 5-3 層の特徴マップを足し合わせ、検出に用いる。これにより、畳み込み 4-3 層の持つ物体の形状や質感といった局所の特徴量が、畳み込み 5-3 層のその背景組織の分布等の大域的特徴量に強調する効果が期待できる。本実験ではそこにさらに畳み込み 6 層の特徴マップを加えたモデルを構築し、腫瘍検出に用いた。

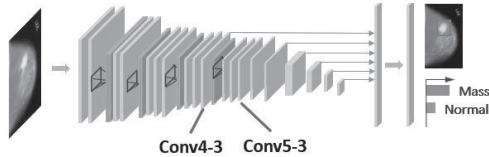
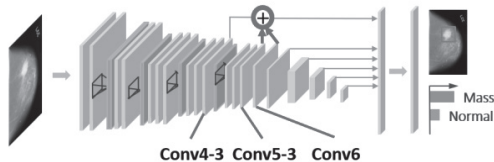


図1 SSDを用いた腫瘍検出(先行研究)

図2 Feature-Fused SSDを用いた腫瘍検出
(提案手法)

3. 評価実験

本実験では乳房X線画像の公開データベースである DDSM⁴⁾から2069枚の腫瘍を含む乳房X線画像をネットワークの訓練データとして用いた。また、宮城対がん協会から得られた77枚の合計102個の小さな腫瘍を含む乳房X線画像を評価用データとして用いた。検出評価指標としては Free Receiver Operating Characteristic (FROC) 曲線を用いた。曲線の縦軸は真陽性率(True Positive Rate: TPR), 横軸は評価に用いた乳房X線画像1枚あたりの偽陽性検出数 (False Positive per Image: FPI) である。FROC 曲線は左上を通るほど、正解を多く検出しつつも、検出した候補領域の誤検出が少ない高性能なシステムとみなせる。

実験の結果を図3に示した。実験結果より提案手法による小さな腫瘍への有効性が確認できる。FPI = 1.5 個/枚における TPR の比較を行うと、先行研究においては TPR = 0.58 であるのに対し、提案手法では TPR = 0.79 であり、実際の腫瘍の個数にして21個分の腫瘍が新たに検出可能となった。新たに検出可能となった腫瘍の例を図4に示す。提案手法を用いることで、不明瞭な腫瘍や乳腺と重なる腫瘍のような検出困難な腫瘍であっても検出可能となったことが確認できる。

4. まとめ

本研究では小さな物体の検出に効果的な深層学習モデルを採用し乳房X線画像上の腫瘍検出を行った。臨床画像を用いた実験の結果、提案手法の検出困難な小さな腫瘍に対する有効性が確認された。

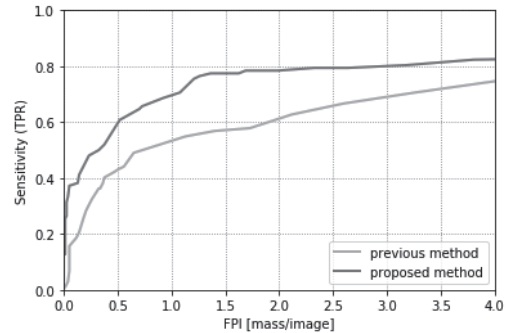
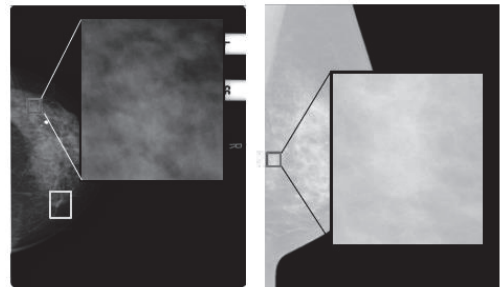


図3 検出性能評価の結果

図4 提案手法により新たに検出可能となった腫瘍例
(左: 乳腺と重なる腫瘍、右: 境界不明瞭な腫瘍)

文献

- 1) 高野寛己(2019). ”深層学習のデータ拡張による乳房X線画像上の腫瘍検出に関する研究”, 東北大学大学院医工学研究科修士論文.
- 2) W. Liu, D. Anguelov, D. Erhan, S. Christian, S. Reed, C.-Y. Fu, and A. C. Berg (2016) ”SSD: single shot multibox detector.” In CoRR, abs/1512.02325.
- 3) Cao, G et al (2018) ”Feature-fused ssd: fast detection for small objects” In Ninth International Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2017).
- 4) M. Heath, K. Bowyer, D. Kopans, R. Moore and W.P. Kegelmeyer (2001) ”The Digital Database for Screening Mammography” Proceedings of the Fifth International Workshop on Digital Mammography, 212/218.